

우리나라산 일부 사과 품종의 유리당 함량

김천희¹ · 황혜정² · 구자일 · 박기환 · 윤광로*

중앙대학교 식품공학과, ¹한국기능식품연구원, ²천안연암대학 외식산업과

Free Sugars Content of Selected Korean Apple Cultivars

Cheon-Hoe Kim¹, Hea-Jeung Whang², Ja-Eel Ku, Ki-Whan Park, and Kwang-Ro Yoon*

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

¹Korea Health Supplement Institute

²Department of Food Service Industry, Cheonan Yonam College

Abstract Contents of free sugars and sorbitol and their distributional profiles in Tsugaru, Fuji, Jonathan (Hong-Ok), and New Jonagold (Sin-Heung) apple cultivars were evaluated. Average total sugar contents of Tsugaru, Fuji, Jonathan, and New Jonagold were 9.62, 11.79, 11.20, and 10.28%, respectively. HPLC results showed sucrose, glucose, fructose, and sorbitol contents of apples ranged 0.72-3.26, 1.81-3.16, 5.08-6.96, and 0.22-0.96%, respectively. Ratios of individual sugar and sorbitol to sum of fructose, glucose, sucrose, and sorbitol (TS+S) were estimated for all apples. Fructose/TS+S and glucose/TS+S ratios did not differ significantly among cultivars, whereas sucrose/TS+S and sorbitol/TS+S ratios varied. Fructose/glucose ratios were 2.295, 2.244, 2.161, and 2.393 for Tsugaru, Fuji, Jonathan, and New Jonagold, respectively.

Key words: apple, apple cultivar, total sugar content, sugar ratio, fructose, sorbitol

서 론

사과의 유리당은 주로 fructose, glucose와 sucrose이며(1) 때로는 당 알코올인 sorbitol을 포함시키기도 한다. 아울러 maltose(2)와 galactose(3)가 미량 분포하며 arabinose, xylose, rhamnose와 raffinose(4) 등도 검출된 적이 있다. 사과의 수용성 탄수화물 대부분은 유리당이며 사과주스 고형물의 90% 이상이 이 유리당 분획이 차지하고 있다(5). 거의 모든 과일의 기본적인 맛은 당과 유기산이 적절하게 어우러져 형성되는 것으로 Poll(6)에 의하면 사과는 당과 산의 비율(*brix/acid)이 15-16일 때 가장 좋은 맛이 형성된다고 한다. 사과는 산도가 비교적 낮은 과일이지만 당의 분포함량에 대한 맛의 의존도는 높은 편이다. 그렇기 때문에 사과나 사과가공품의 유리당 분포는 품질지표로서 일차적인 의미를 지니고 있다.

사과주스는 오렌지 주스와 더불어 인류가 가장 선호하는 과즙 음료로서 요구량이 많기 때문에 서구에서는 예로부터 종종 위조의 대상이 되어왔다(7). 사과주스의 위조는 당 용액이나 값싼 다른 과즙을 섞어 증량시키는 경우가 대부분이다(8). 이런 경우 위조된 사과주스의 유리당 분포내용이 원 주스와 차이를 나타내기 때문에 사과의 유리당은 단맛 요인으로 뿐만 아니라 위조의 검정지표라는 관점에서 주목을 받게 되었던 것이다. 이러한 관점에서 사과의 유리당을 다룬 연구결과는 대부분 sucrose, glucose,

fructose 및 sorbitol의 사과주스 중 함유량과 총 당에 대한 분포 비율 또는 개별 당 사이의 비율을 제시하고 있다(9-15). 실제로 유리당의 사과 중 분포비율은 품질지표로서 크게 주목을 받아왔으며 이 지표를 시판 사과주스의 위조검정 목적으로 활용하려는 구체적인 연구가 Wrolstad와 Shallenberger(11), Brause와 Ratzman(13) 그리고 Sharkasi 등(15)에 의하여 집중적으로 시도된 바 있다.

우리나라산 사과의 당 함량은 몇몇의 연구(16,17)를 통하여 취급된 적이 있지만 품종이나 재배지역이 한정된 단편적인 것으로 품질지표의 확립이라는 관점에서 정리된 것을 아니었다. 품질지표로의 연구로는 황 등(18)이 수행하였던 국내산 사과를 원재료로 한 모델주스와 시판 주스의 유리당 함량을 체계적으로 조사한 내용이 있을 뿐이다. 우리나라에서는 품종개량과 재배기법의 발전에 힘입어 맛이 뛰어난 사과를 생산하고 있으나 이들의 품질을 뒷받침 해줄 축적된 분석 데이터가 불충분한 실정인 것이다.

본 연구에서는 우리사과의 품질지표 확립에 필요한 기초자료를 확보하려는 연구의 하나로서 유리당의 분포를 조사하였다. 우리나라 전역에서 주로 재배되는 쓰가루, 후지, 홍옥 및 신홍 품종을 재배지역별로 수집하여 가용성 고형물과 총당의 함량을 분석하였으며 HPLC를 통하여 sucrose, glucose, fructose 및 sorbitol의 함량분포를 조사하였다. 아울러 총당 중 개별 유리당의 함유 비율과 fructose와 glucose의 분포비율을 고찰하였다.

재료 및 방법

재료

조사대상으로 선택한 사과, *Malus domestica* Borkh는 쓰가루(Tsugaru), 후지(Fuji), 홍옥(Jonathan) 그리고 신홍(New Jonagold) 등 4가지 품종이었다. 이들 품종을 경기도(수원), 충청남도(예산),

*Corresponding author: Kwang-Ro Yoon, Department of Food Science & Technology, Chung-Ang University, Ansong, Gyeonggi-do 456-756, Korea

Tel: 82-31-670-3033

Fax: 82-31-675-4853

E-mail: yoonkr@post.cau.ac.kr

Received October 18, 2005; accepted January 3, 2006

전라북도(정읍), 경상북도(대구) 그리고 강원도(원주) 지역에서 1997년 가을에 완숙한 것을 현지 원예협동조합에서 추천하는 과수원에서 직접 구입하였다. 모든 품종을 5개 지역 모두에서 채집하였지만 신흥은 충남지역을 제외한 4개 지역에서 수집하였다. 모든 사과는 수확 직후 외형이 확실한 것만 선별하여 시료로 하였다. 선별된 사과는 물로 세척하여 표피의 불순물을 제거한 후 polyethylene 봉투에 넣어 -20°C 에서 보관하면서 실험재료로 하였다.

기기 및 시약

사용한 기기는 HPLC system(Gilson 305, Gilson S.A.S. Villier le bel, France), refractive index detector(Gilson 132, Gilson S.A.S. Villier le bel, France), UV/visible spectrophotometer(GBC, Melbourne, Australia), high power homogenizer(Janke & Kunkel, Wilmington, Del, USA), refractometer(Kikuchi, Livonia, Mich, USA), rotary evaporator(RE 121, Büchi, Flawil, Switzerland), $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filtering system(Millipore, Billerica, Mass, USA)이었다.

표준품 D(+)-glucose, D(-)-fructose, sucrose, D-sorbitol과 HPLC 용 용매 Ca-EDTA 및 환원당 정량용 dinitrosalicylic acid(DNS)는 모두 Sigma-Aldrich(St. Louise, MO, USA)의 제품을 사용하였다. 물과 methanol은 HPLC급이었으며 기타의 일반시약은 모두 특급을 사용하였다.

시료의 전 처리

최 등(19)의 방법을 응용하여 냉동된 사과의 과피와 씨방 부위를 제거한 후 정확히 $100\ \text{g}$ 을 칭량하여 80% methanol 300 mL를 넣고 13,000 rpm에서 3분 동안 균질 화 하였다. 이 과육균질체를 환류냉각기를 부착한 추출장치에 옮긴 후 80°C 에서 2시간 동안 추출한 후 여과하였다. 이 추출조작을 2회 반복하여 모든 여액을 45°C 에서 감압·농축한 후 증류수를 이용, 100 mL로 정용하였다. 이렇게 조제한 시료용액은 -70°C 에서 냉동 보관하면서 분석용 시료로 하였다.

총당량 측정

가용성 고형물-당도 측정: 전 처리하여 얻은 시료 추출물의 당도(Brix)를 굴절 당도계로 25°C 에서 측정하여 가용성 고형물(soluble solids)의 양으로 하였다.

DNS법: 환원당 정량법의 하나인 dinitrosalicylic acid(DNS)법(20)을 응용하였다. 전 처리한 당 추출물에 25% HCl을 넣고 65°C 에서 30분간 가수분해한 뒤 다시 8N NaOH로 중화하고, 여기에 DNS 시약을 넣어 반응시킨 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 D(+)-glucose를 0.4-2.0 mg/mL의 용액으로 조제하여 검량곡선을 작성하였다.

HPLC법: 아래 항과 같이 정량한 sucrose, fructose, glucose 및 sorbitol의 함량을 합하여 총당 량으로 하였다.

유리당의 정량-HPLC법

Richmond 등(14)과 Lin과 Huang(21)의 HPLC 조건을 응용하였다. Sugar-Pak I column (Waters, USA, 300 mm \times 6.5 mm)과 용출용매 Ca-EDTA(500 mg/L)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter로 여과한 후 column에 20 μL 씩 주입하였다. 이때의 컬럼 온도는 90°C 를 유지하였다. 용출용매는 0.5 mL/min로 흘려보냈으며 검출은 refractive index(RI) detector를

이용하였다. 표준품 용액은 D(+)-glucose 0.35%, sucrose 0.35%, D(-)-fructose 0.8% 그리고 D-sorbitol 0.08%가 되도록 혼합 조제하였다. 이 표준용액과 시료의 유리당 peak를 직접 비교하여 확인하였다. 정량은 각 표준품의 검량곡선을 따로 작성한 후 peak의 면적에서 산출하였다.

모든 분석은 3회 이상 반복 측정하여 평균값을 취하고 함량은 생과일 무게(wet basis)당 %로 표시하였다. 분석치의 정리는 Table 1과 같이 품종별로 재배지별 분석치를 평균한 값과 표준편차(SD), 변동계수(CV)를 계산 표시하였다.

결과 및 고찰

우리나라에서 가장 널리 재배되고 있는 사과 품종인 후지를 비롯하여 소수 품종인 쓰가루, 홍옥 그리고 신흥을 경기 수원, 강원 원주, 경북 대구, 전북 정읍 및 충남 예산에 각각 소재하는 과수원 한곳을 선정하여 시료를 채취하였다. 그러나 사과 시료를 재배지역(시/도)별로 구분 하여 분석하였지만 그 도를 대표할 규모의 시료채취는 아니었기 때문에 본 연구에서 논의되는 지역 간의 성분 분포 차이는 참고적인 수준임을 미리 밝힌다. 또한 수확 시기를 통상적인 완숙된 시점에 맞추었으며 성숙시기의 차이에 따른 성분 함량 차이는 고려하지 않았다. 따라서 우리나라 사과의 유리당 함량에 관한 데이터의 표준화까지는 좀 더 확대된 규모의 조사가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

총당량

식품재료 중의 총당량의 분석은 환원당 정량원리를 바탕으로 하는 분광광도법이 전통적으로 응용되어 왔지만 HPLC 이후에는 검출된 개별 당의 peak area를 합하여 총당량으로 산출하기도 한다. 본 연구에서는 이 두 가지 방법으로 각각 총당량을 분석하였으며, 따로 당도(%brix)를 측정하여 가용성 고형물로 하였다. 본 연구에서의 HPLC법에 의한 총당량(TS+S)은 측정된 sucrose, glucose, fructose 및 sorbitol의 분석치를 합한 값으로 표시하였다.

품종별 총당 함량은 Table 1에서와 같이 쓰가루 경우, 분광광도법(DNS 법)(21)에 의한 총당은 평균 9.23%, HPLC에 의한 평균은 9.62%이었으며, 후지는 11.02%와 11.79%, 홍옥은 10.40%와 11.20% 그리고 신흥은 10.67%와 11.59%로서 전체적으로 HPLC에 의한 값이 1% 이내의 높은 수준을 나타내었다. 이러한 차이는 발색법을 바탕으로 하는 분광광도법의 감도가 HPLC법 보다 떨어지는 데 기인하는 것으로 추정된다. HPLC 법에 의한 분석치 기준으로 우리나라 사과 중 총당의 지역 간 함량 범위를 보면 후지가 10.70에서 13.08%로서 가장 큰 분포를 보이고 있었다. 후지를 포함하여 다른 품종 모두에 대한 전국의 함량은 8.91%(대구산 쓰가루)에서 13.08%(수원산 후지) 사이에 분포하고 있었다. 우리나라에서 가장 널리 재배되는 후지의 HPLC에 의한 총당 함량은 전국 평균 11.79%로서 신흥의 11.59%, 홍옥의 11.20% 그리고 쓰가루의 9.62% 보다 높았으며 가장 낮은 품종은 쓰가루 이었다. 각 품종의 재배지역별 총당 함량은 두드러진 차이를 지적할 정도는 아니었지만, 쓰가루와 후지는 경기도 수원 산이 각각 10.16와 13.08%로 가장 높았고 홍옥은 경북 대구 산이 11.64%, 신흥은 전북 정읍 산이 12.84%로 가장 높게 평가되었다. 이러한 총당의 함량 분포는 Fuleki 등(4)의 연구 결과인 8.26-13.21%, Ryan(10)의 9.02-13.34% 그리고 Wrolstad와 Shallenberger(11)의 9.04-13.98%, Fourie 등(22)의 7.98-10.04%와 큰 차이를 보이지 않는 값이다. 또한 del Campo 등(23)의 스페인산 사과에 대한 9.61-12.87% 및 뉴질랜드산에 대한 Harker 등(24)의 7.45-10.50%와 유

사한 분포범위를 알 수 있다. 한편 Mattick과 Moyer(9)는 93개의 사과주스를 분석하여 6.08-16.87%의 의례적으로 넓은 함량분포를 제시했으며 Lee와 Wrolstad(25)도 미국 서북부와 중남미 산 사과에 대한 조사에서 5.91-15.3%의 비슷한 결과를 언급한바 있다.

우리 사과의 가용성고형물의 전국 분포는 Table 1과 같이 9.53에서 13.10% 사이로서 전반적으로 총당 함량 보다 약간 높게 측정되어 Lee와 Wrolstad(5)가 지적한 사과주스 고형물의 90% 이상이 당분으로 되어 있다는 사실과 잘 부합하고 있었다. 가용성고형물과 총당의 양을 비교해 보면 절대 함량은 당연히 총당 값이 크지만 분포 경향은 거의 같았으며 서양 산 사과를 주로 다룬 여러 연구 결과(9,10,12,26)와도 비슷하였다.

유리당의 함량 분포

HPLC 법에 따라 분석한 우리나라 사과의 품종별 유리당과 sorbitol의 함량 분포는 Table 1과 같다. 품종과 재배지역을 따로 구분하지 않고 전체적으로 보면 sucrose의 경우 0.72-3.26%, glu-

cose는 1.81-3.54%, fructose는 5.08-6.96% 그리고 sorbitol 0.22-0.96%의 함량분포를 보였다. 이러한 유리당의 분포범위는 Wrolstad와 Shallenberger(11)가 여러 문헌을 종합하여 제시한 분포패턴과 잘 일치하는 것이다. 서양산 사과의 유리당 분포를 광범위하게 조사하였던 Mattick와 Moyer(9)는 sucrose의 경우 0.88-5.62%, glucose 0.89-3.99%, fructose 3.00-10.50% 그리고 sorbitol은 0.6-1.20%의 함량분포를 보인다고 하였으며 관련된 다른 연구결과(4,10,13,22-27)도 대부분 유사한 분포 패턴을 제시하고 있다.

유리당 중 함량이 가장 높은 fructose의 전국 평균함량은 쓰가루 5.76%, 후지 6.08%, 홍옥 5.76% 그리고 신흥 6.03%로서 수치상 후지의 함량이 다른 품종에 비하여 약간 높지만 큰 차이는 아니었다. 이 fructose의 재배지역 별 함량을 보면 쓰가루의 경우 5.68-5.98%로서 다른 품종에 비하여 산지 간 함량차이가 적은 편이었다. 반면에 평균함량이 가장 높았던 후지는 5.62-6.96%의 분포범위를 보여 재배지역간 함량 차이가 있는 편이었다. Glucose의 품종별 평균함량은 쓰가루 2.60%, 후지 2.74%, 홍옥 2.68%

Table 1. Sugars content of selected Korean apple cultivars

(unit: %, wet basis)

Cultivar	Growing area	Soluble solids (°brix)	Total sugar		Sucrose ³⁾	Glucose	Fructose	Sorbitol
			DNS ¹⁾	HPLC ²⁾				
Tsugaru	Wonju Gangwon	9.60	8.57	8.95	1.06	1.81	5.73	0.35
	Daegu Gyeongbuk	9.53	8.73	8.91	0.72	2.28	5.69	0.22
	Jeongeup Jeonbuk	10.76	9.83	10.04	0.98	2.99	5.68	0.39
	Yesan Chungnam	10.80	9.54	10.06	0.94	3.09	5.70	0.33
	Suwon Gyeonggi	10.73	9.56	10.16	1.02	2.89	5.98	0.27
	Mean	10.28	9.23	9.62	0.94	2.60	5.76	0.31
	SD	0.66	0.56	0.64	0.13	0.55	0.13	0.07
CV	6.39	6.04	6.60	14.09	20.99	2.20	21.55	
Fuji	Wonju Gangwon	11.53	10.03	10.70	2.31	2.40	5.59	0.40
	Daegu Gyeongbuk	11.96	11.33	11.84	2.86	2.45	5.98	0.55
	Jeongeup Jeonbuk	11.43	10.16	10.82	1.70	2.99	5.62	0.51
	Yesan Chungnam	12.70	11.79	12.50	2.08	2.68	6.96	0.78
	Suwon Gyeonggi	13.10	11.81	13.08	2.72	3.16	6.24	0.96
	Mean	12.14	11.02	11.79	2.33	2.74	6.08	0.64
	SD	0.73	0.87	1.04	0.47	0.33	0.56	0.23
CV	6.03	7.90	8.80	20.24	12.15	9.24	35.34	
Jonathan	Wonju Gangwon	11.76	10.68	11.52	3.13	2.42	5.64	0.33
	Daegu Gyeongbuk	12.52	11.27	11.64	1.52	3.23	6.32	0.57
	Jeongeup Jeonbuk	11.62	9.83	10.95	1.64	2.87	6.07	0.37
	Yesan Chungnam	11.70	10.23	10.99	2.68	2.47	5.44	0.40
	Suwon Gyeonggi	11.53	10.00	10.91	2.48	2.44	5.37	0.62
	Mean	11.83	10.40	11.20	2.29	2.68	5.76	0.45
	SD	0.40	0.58	0.35	0.69	0.36	0.41	0.13
CV	3.36	5.58	3.11	30.17	13.26	7.14	28.11	
New Jonagold	Wonju Gangwon	10.60	9.20	10.28	1.89	2.51	5.66	0.31
	Daegu Gyeongbuk	11.20	10.32	11.16	2.72	2.23	5.90	0.31
	Jeongeup Jeonbuk	12.13	11.64	12.84	.90	2.72	6.85	0.37
	Suwon Gyeonggi	12.33	11.52	12.07	2.97	2.65	5.70	0.75
	Mean	11.57	10.67	11.59	2.62	2.53	6.03	0.44
	SD	0.81	1.15	1.11	0.50	0.22	0.56	0.21
	CV	7.00	10.75	9.58	19.00	8.57	9.26	48.71

¹⁾Determined by spectrophotometry with dinitrosalicylic acid treatment.

²⁾Sum of the content of sucrose, fructose, glucose and sorbitol determined by HPLC.

³⁾Free sugars and sorbitol were analysed by HPLC with Sugar-pak 1 column.

그리고 신흥 2.53%로서 품종간의 차이는 크지 않았지만 쓰가루는 함량분포가 1.81-3.09%로서 타 품종 보다는 재배지역간의 함량분포 차이가 큰 편이었다. Sucrose의 평균 함량은 쓰가루가 0.94%로서 후지 2.33%, 홍옥 2.29% 그리고 신흥 2.62%에 비하여 특이적으로 낮음을 알 수 있었다. 반면에 쓰가루의 sucrose 분포는 0.72-1.06%로서 재배지역간의 함량차이는 다른 품종에 비하여 적은 편으로 판단할 수 있었다. Sorbitol의 평균 함량은 쓰가루 0.31%, 후지 0.64%, 홍옥 0.45% 그리고 신흥 0.44%로서 쓰가루가 타 품종에 비하여 현저하게 낮은 특성을 보이고 있었다. 네 가지 품종 모두 sorbitol의 함량분포는 넓은 편으로 재배지역에 따른 함량의 차이가 있었다.

각 품종의 총당에 대한 sucrose, glucose, fructose 및 sorbitol의 함유비율을 보면 fructose가 모두에서 50%이상의 점유율을 보이며 sorbitol은 5% 미만에 그치고 있었다. 다만 쓰가루의 경우 fructose가 총당의 약 60%를 점유할 정도로 특징적으로 높은 함유비율을 보이는 반면에 sucrose는 약 10% 정도로서 20%를 상회하는 다른 품종의 sucrose 비율과 비교해서 대단히 낮은 특징을 보이고 있다. 쓰가루를 제외한 후지, 홍옥 및 신흥의 유리당

과 sorbitol은 glucose와 거의 동일한 분포 패턴을 보이고 있으나 신흥의 경우 sucrose 함량이 glucose 보다 약 1% 정도 높게 나타났다. 그러나 이러한 품종간의 유리당과 sorbitol의 분포비율이 유사하든 또는 쓰가루 같이 특이적으로 다른 간에 절대함량의 범위는 앞서 언급한 Mattick과 Moyer(9)나 Wrolstad와 Shallenberger(11)를 비롯한 관련 연구(4,10,13,22-27)를 통하여 제시된 분포범위를 벗어나지 않는 것이다.

총당과 유리당의 함량비율

사과 탄수화물의 대부분을 차지하는 유리당의 함량은 품종이나 재배환경에 따라 비교적 큰 폭의 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(5). 결국 품질지표라는 관점에서 보면 각 유리당의 절대값은 지표로서의 설득력이 매우 적을 수 있다는 것이다. 따라서 품질지표로서의 유리당의 동태는 항상 절대 함량과 더불어 총당에 대한 개별 유리당 또는 개별 당 사이의 함량비율을 감안할 필요가 있는 것이다. 이러한 관점에서 Brause와 Raterman(13), Sharkasi 등(15) 그리고 Wrolstad와 Shallenberger(11) 등은 사과주스의 부정화 검정수단으로 총당에 대한 유리당의 함량비율 및

Table 2. Calculated sugar ratios¹⁾ in selected Korean apple cultivars

Cultivar	Growing area	Sucrose/TS+S ²⁾	Fructose/TS+S	Glucose/TS+S	Sorbitol/TS+S	Fructose/Glucose
Tsugaru	Wonju Gangwon	0.118	0.640	0.202	0.039	3.166
	Daegu Gyeongbuk	0.081	0.639	0.256	0.025	2.496
	Jeongeup Jeonbuk	0.098	0.566	0.298	0.039	1.900
	Yesan Chungnam	0.093	0.567	0.307	0.033	1.845
	Suwon Gyeonggi	0.100	0.589	0.284	0.027	2.069
	Mean	0.098	0.600	0.270	0.032	2.295
	SD	0.014	0.037	0.042	0.007	0.550
	CV	13.857	6.197	15.690	20.703	23.951
Fuji	Wonju Gangwon	0.216	0.522	0.224	0.037	2.329
	Daegu Gyeongbuk	0.242	0.505	0.207	0.046	2.441
	Jeongeup Jeonbuk	0.157	0.519	0.276	0.047	1.880
	Yesan Chungnam	0.166	0.557	0.214	0.062	2.597
	Suwon Gyeonggi	0.208	0.477	0.242	0.073	1.975
	Mean	0.198	0.516	0.233	0.053	2.244
	SD	0.035	0.029	0.028	0.014	0.307
	CV	17.850	5.609	18.872	26.915	13.660
Jonathan	Wonju Gangwon	0.272	0.490	0.210	0.029	2.331
	Daegu Gyeongbuk	0.131	0.543	0.277	0.049	1.957
	Jeongeup Jeonbuk	0.150	0.554	0.262	0.034	2.115
	Yesan Chungnam	0.244	0.495	0.225	0.036	2.202
	Suwon Gyeonggi	0.227	0.492	0.224	0.057	2.201
	Mean	0.205	0.515	0.240	0.041	2.161
	SD	0.061	0.031	0.029	0.012	0.138
	CV	29.968	6.061	11.967	28.385	6.375
New Jonagold	Wonju Gangwon	0.184	0.551	0.244	0.030	2.255
	Daegu Gyeongbuk	0.244	0.529	0.200	0.028	2.646
	Jeongeup Jeonbuk	0.226	0.533	0.212	0.029	2.518
	Suwon Gyeonggi	0.246	0.472	0.20	0.062	2.151
	Mean	0.225	0.521	0.219	0.037	2.393
	SD	0.029	0.034	0.019	0.017	0.229
	CV	12.807	6.522	8.559	44.702	9.569

¹⁾All of sugars content adopted from Table 1.

²⁾Sum of the content of sucrose, fructose, glucose and sorbitol determined by HPLC.

fructose와 glucose의 비율을 중점적으로 검토한바 있다. 이러한 관점에서 산출한 우리나라산 사과의 총당 함량에 대한 유리당과 sorbitol의 함량비율 그리고 fructose와 glucose의 비율은 Table 2와 같다. 모든 함량비율은 Table 1에 제시한 HPLC법에 따른 총당량, 즉 sucrose, fructose, glucose 그리고 sorbitol의 합한 값과 각 유리당 및 sorbitol의 분석치를 근거로 산출한 것이다.

Table 2에서 보논바와 같이 총당에 대한 sucrose의 함량비율(sucrose/TS+S)은 쓰가루의 경우 평균 0.098로 후지 0.198, 홍옥 0.205 그리고 신흥 0.225에 비하여 현저하게 적은 값을 나타내고 있었다. 이러한 차이는 쓰가루의 sucrose 함량이 원래 낮기 때문에 당연한 것이지만 Elkins 등(1)이 제시한 0.070-0.245의 범위에 드는 것이었다. 한편 재배지역간의 차이는 변동계수(CV)가 10% 대로 평가된 후지, 신흥 및 쓰가루에서는 비교적 적은 편으로 판단되지만 홍옥은 20%대의 CV 값을 나타냄으로서 재배지역에 따른 함량 차이가 인정되었다. Elkins 등(1)은 그들이 산출한 sucrose/TS+S에 대한 CV 값이 25.67%라는 점에서 사과 주스의 검정지표로서 sucrose/TS+S은 신뢰성이 높지 않음을 언급한 바 있다. 총당에 대한 fructose의 함량비율(fructose/TS+S)은 쓰가루가 평균 0.600, 후지 0.516, 홍옥 0.515 그리고 신흥 0.521으로 품종간의 차이가 미미한 수준이며 CV 값도 모두 5-6%대로서 재배지역의 영향이 크지 않음을 알 수 있다. Elkins 등(1)의 값도 함량비율 0.565에 CV 4.48%로서 fructose/TS+S는 매우 안정된 지표임을 암시하는 것이었다. 총당에 대한 glucose의 함량비율(glucose/TS+S)도 쓰가루가 평균 0.270, 후지 0.233, 홍옥 0.240 그리고 신흥 0.219로서 fructose/TS+S와 비슷하게 품종간의 차이는 크지 않았으며 Eskin 등(1)의 glucose/TS+S 0.261, CV(%) 8.03에 접근하고 있어서 안정된 지표로 취급될 수 있다고 판단되었다.

한편 우리나라산 사과의 품종별 총당에 대한 sorbitol의 함유비율(sorbitol/TS+S)은 Table 2에서와 같이 쓰가루 0.032, 후지 0.053, 홍옥 0.041 그리고 신흥 0.037로서 품종간의 차이가 있었으며 재배지역에 따른 비율의 차이도 인정되었다. Mattick과 Moyer(9)와 Elkins 등(1)은 큰 규모의 시료분석 또는 자료 고찰을 통하여 각각 0.049와 0.043의 sorbitol/TS+S을 제시하고 있으며 모두 20% 이상의 CV를 나타냄으로서 시료간의 함량비율 차이가 높음을 암시하였다. Sharkasi 등(15)은 이 sorbitol/TS+S는 설탕용액으로 위화된 주스의 확인뿐만 아니라 값싼 배주스를 섞은 사과주스의 검정지표로서 활용할 수 있다고 하였다. 같은 맥락에서 Elkins 등(1)은 배주스의 평균 sorbitol/TS+S가 0.17로서 0.043의 사과주스와는 큰 차이가 있음을 확인한바 있다.

Fructose와 glucose 함유비율(fructose/glucose)은 HFCS나 전환된 사탕수수 당을 섞은 부정사과주스의 효과적인 검정지표로 활용될 수 있다고 알려져 있어서 Brause와 Raterman(13)는 최소비율로서 1.6을 제안하였다. 또한 사과주스의 성분함량을 3년간에 걸쳐 대규모로 조사하였던 Mattick과 Moyer(9)의 결과도 1.67의 최소비율을 제시한바 있다. Elkins 등(1)은 많은 자료를 정리하여 평균 2.18으로 최소 1.71에서 최대 2.67의 분포범위를 산출하고 있으며 Wrolstad와 Shallenberger(11)는 1.53-5.26의 범위를 제시한바 있다. 한편 본 연구를 통하여 산출된 우리나라 사과의 품종별 fructose/glucose의 평균값은 Table 2와 같이 쓰가루는 2.295, 후지 2.244, 홍옥 2.161 그리고 신흥 2.393으로서 모두 최소비율은 1.6(13)을 상회하고 있으며 재배지역에 따른 비율 차이도 쓰가루(CV, 23.951%)를 제외한 후지, 홍옥 및 신흥 모두 크지 않은 것으로 평가되었다.

요 약

우리나라 사과의 품종별 HPLC법으로 산출한 총당 함량은 쓰가루 평균 9.62%, 후지 11.79%, 홍옥 11.20% 그리고 신흥 11.59%이었다. 전국의 총당 함량분포는 최소 8.91%(대구 신 쓰가루)에서 최고 13.08%(수원 산 후지)이었다.

유리당과 sorbitol의 함량 분포는 전국적으로 sucrose 0.72-3.26%, glucose 1.81-3.54%, fructose 5.08-6.96% 그리고 sorbitol 0.22-0.96%이었다. 개별 유리당의 품종별 평균함량은 fructose는 쓰가루 5.76%, 후지 6.08%, 홍옥 5.76% 그리고 신흥 6.03%, glucose는 쓰가루 2.60%, 후지 2.74%, 홍옥 2.68% 그리고 신흥 2.53%, sucrose는 쓰가루가 0.94%로서 후지 2.33%, 홍옥 2.29% 그리고 신흥 2.53%, sorbitol은 쓰가루 0.31%, 후지 0.64%, 홍옥 0.45%, 신흥 0.44 이었다. 총당 중의 유리당과 sorbitol 분포비율은 네 가지 품종 모두 fructose가 50%이상의 점유율을 보이며 sorbitol은 5% 미만으로 유사한 패턴을 보이고 있지만 쓰가루는 fructose가 60%를 점유하고 sucrose는 약 10% 정도의 특이한 패턴을 보였다.

품종별 총당(TS+S)에 대한 유리당의 함량비율 sucrose/TS+S는 쓰가루 0.098, 후지 0.198, 홍옥 0.205 그리고 신흥 0.225, fructose/TS+S는 쓰가루 0.600, 후지 0.516, 홍옥 0.515 그리고 신흥 0.521, glucose/TS+S는 쓰가루 0.270, 후지 0.233, 홍옥 0.240 그리고 신흥 0.219이며 이 중 모든 품종의 fructose/TS+S와 glucose/TS+S는 안정적인 지표로 판단되었다. 품종별 총당에 대한 sorbitol의 함유비율(sorbitol/TS+S)은 쓰가루 0.032, 후지 0.053, 홍옥 0.041, 신흥, 0.037로서 품종간의 차이가 인정되었다. 품종 별 fructose와 glucose 함유비율(fructose/glucose)은 쓰가루 2.295, 후지 2.244, 홍옥 2.161 그리고 신흥 2.393이었다.

감사의 글

본 연구의 비용 일부는 중앙대학교 학술연구비 지원으로 충당하였으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Elkins ER, Heuser JR, Chin H. Detection of adulteration in selected fruit juices. pp. 317-341. In: Adulteration of Fruit Juice Beverages, Nagy S, Attaway JA, Rhodes ME (eds). Marcel Dekker, New York, NY, USA (1988)
2. Lee CY, Shallenberger R, Vittum M. Free sugars in fruits and vegetables. New York Food and Life Sciences Bulletin No.1. New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, NY, USA (1970)
3. Sharkasi T. Dilution and solids adulteration of apple juice. M.S. Thesis, Washington State University, Pullman, WA, USA (1979)
4. Fuleki T, Pelayo E, Palabay RB. Sugar composition of varietal juices produced from fresh and stored apples. J. Agric. Food Chem. 42: 1266-1275 (1994)
5. Lee HS, Wrolstad RE. Detection of adulteration in apple juices. pp. 343-376. In: Adulteration of Fruit Juice Beverages, Nagy S, Attaway JA, Rhodes ME (eds). Marcel Dekker, New York, NY, USA (1988)
6. Poll L. Evaluation of 18 apple varieties for their suitability for juice production. J. Sci. Food Agric. 32: 1081-1090 (1981)
7. Mattick LR. An evaluation of the methodology for determining the authenticity of apple juice and concentrate. pp. 175-193. In: Adulteration of Fruit Juice Beverages, Nagy S, Attaway JA, Rhodes ME(eds). Marcel Dekker, New York, NY, USA (1988)
8. Zyren J, Elkins ER. Interlaboratory variability of methods used

- for detection of economic adulteration in apple juice. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 68: 672-676 (1985)
9. Mattick LR, Moyer JC. Composition of apple juice. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 66: 1251-1255 (1983)
 10. Ryan JJ. Chemical composition of Canadian apple juice. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 55: 1104-1108 (1972)
 11. Wrolstad RE, Shallenberger RS. Free sugars and sorbitol in fruits - A compilation from the literature. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64: 91-103 (1981)
 12. Blumenthal A, Helbling J. Detection of pear juice in apple juice. Mitt. Geb. Lebensm. Helunters. Hyg. 68: 419-430 (1977)
 13. Brause AR, Raterman JM. Verification of authenticity of apple juice. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 65: 846-849 (1982)
 14. Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM. Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. J. Agric. Food Chem. 29: 4-7 (1981)
 15. Sharkasi TY, Bendel RB, Swanson BG. Dilution and solids adulteration of apple juice. Food Qual. 5: 59-72 (1981)
 16. Lee HH, Gu CK, Lee CS, Ha CH. Sugar content of commercial fruit by HPLC. Korean J. Agric. 27: 158-162 (1984)
 17. Cheun HC, Yang, HC. Study on the chemical composition of apple cultivated in Jeonju. J. Agric. Coll. Joung-buk Univ. 14: 53-58 (1976)
 18. Hwang, HJ, Lee KH, Oh MH. Sugar content of Korean apple juice by HPLC, J. Korean Soc. Ind. Food Technol. 2: 100-107 (1998)
 19. Chio CH, Chang CG, Park GH, Oh SG. Determination of free sugar of ginseng and ginseng product by HPLC. Korean J. Food Sci. Technol. 13: 107-113 (1981)
 20. Chung DH, Chang HK. Food analysis. Jin-Ro Publishing, Seoul, Korea. pp.179-181 (1996)
 21. Lin H, Huang AS. Chemical composition and some physical properties of a water-soluble gum in taro (*Colocaasia esculenta*) maturation. Food Chem. 48: 403-409 (1993)
 22. Fourie PC, Hansmann CF, Oberholzer HM. Sugar content of fresh apples and pears in South Africa. J. Agric. Food Chem. 39: 1938-1939 (1991)
 23. del Campo G, Santos JI, Berregi I, Munduate A. Differentiation of Basque cider apple juices from different cultivars by means of chemometric techniques. Food Control 16: 551-557 (2005)
 24. Harker FR, Marsh KB, Young SH, Murray FA, Gunson FA, Walker SB. Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. Postharvest Biol. Technol. 24: 241-250 (2002)
 25. Lee HS, Wrolstad RE. Apple juice composition: sugar, nonvolatile acid, and phenolic profiles. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 71: 789-794 (1988)
 26. Atungulu G, Nishiyama Y, Koide S. Use of an electric field to extend the shelf life of apples. Biosystems Engin. 85: 41-49 (2003)
 27. Chinnici F, Spinabelli U, Riponi C, Amati A. Optimization of the determination of organic acids and sugars in fruit juices by ion-exclusion liquid chromatography. J Food Composit. Anal. 18: 121-130 (2005)